

Оболочка, прикрепляемая к внутренней поверхности бетонной трубы с помощью полимерного связующего играет роль обычно применяемого в последнее время “чулка”, “рукава”, защищающего бетон от коррозии и одновременно выполняет силовые функции листового стеклопластикового армирования.

В данном случае кроме растяжения в некоторых частях кольца возникают положительные, в других – отрицательные изгибающие моменты, вследствие чего в наружном и внутреннем листовом стеклопластиковом армировании на соответствующих участках возникают растягивающие напряжения. Стеклопластик оказывает “помощь” растянутому бетону. При приклейке стеклопластиковой оболочки к внутренней поверхности трубы проводится его укладка под давлением, благодаря чему склеивающее полимерное связующее проникает в бетон, образуя достаточно прочный промежуточный бетонополимерный слой [5].

Таким образом, предлагаемая нами конструкция стеклопластбетонной трубы, представляет собой бетонный трубчатый элемент большого диаметра со стеклопластиковым внешним армированием. Армирование располагается как на наружной, так и внутренней его поверхностях. Предлагаемая конструкция стеклопластбетонной трубчатой системы, взамен уже существующих, может найти широкое применение в промышленном трубопроводном транспорте.

- 1.Бородавкин П.П. Подземные магистральные трубопроводы. – М.: Недра, 1982. – 49 с.
- 2.Салия Г.Ш., Шагин А.Л. Бетонные конструкции с неметаллическим армированием. – М.: Стройиздат, 1980. – 144 с.
- 3.Сенкевич Т.П., Рогальский С.З., Померанец В.Н. Железобетонные трубы. – М.: Стройиздат, 1989. – 268 с.
- 4.Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1980. – 247 с.
- 5.Пустовойтов О.В. Трубчатые конструкции с внешним стеклопластиковым армированием: Дис... канд. техн. наук. – Харьков, 2003. – 178 с.

Получено 27.10.2005

УДК 699.826 : 692.23

А.Ф.СТРОЙ, д-р техн. наук, Н.В.ВЕДЕНИСОВА, Е.Б.ЧУМУРИНА
Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка

ИЗМЕНЕНИЕ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Исследуется решение проблемы изменения влажностного режима ограждающих конструкций зданий при их эксплуатации.

Влажностный режим ограждающих конструкций играет важную роль при эксплуатации зданий. При повышенной влажности ограждений резко увеличиваются потери теплоты зданием и одновременно ухудшаются санитарно-гигиенические условия в помещении. Проблема оценки влажностного режима ограждающих конструкций заключается в отсутствии достоверных методов расчета.

В работах [1, 3, 5, 7] процесс изменения тепловлажностного режима описывается системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dt}{d\tau} = a \frac{d^2 t}{dx^2} + \frac{r \varepsilon d^2 p}{c dx^2}; \\ \frac{dp}{d\tau} = a_m \frac{d^2 p}{dx^2} + a_m \delta \frac{d^2 t}{dx^2}, \end{cases} \quad (1)$$

где t – температура материала, °C, $t = f(x, \tau)$; x – координата, м; τ – время, ч; a – коэффициент температуропроводности, м²/ч:

$$a = \frac{\lambda}{c\rho}. \quad (2)$$

Здесь λ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·°C); c – теплоемкость материала, кДж/(кг·°C); ρ – плотность материала, кг/м³.

p – парциальное давление водяного пара, Па; $p = f(x, \tau)$; ε – критерий фазового превращения; r – теплота испарения влаги, связанной с материалом, кДж/кг влаги; a_m – коэффициент диффузии, м²/ч:

$$a_m = \frac{\mu}{c_m \rho}. \quad (3)$$

Здесь μ – коэффициент паропроницаемости материала, г/(м·ч·Па); c_m – удельная массоемкость материала, г/(кг·Па); δ – коэффициент термодиффузии, м²/ч.

Использовать предложенную систему уравнений для расчета влажностного режима ограждений достаточно сложно, так как отсутствует формулировка граничных и начальных условий, а также их математическая запись. К тому же следует убедиться в правильности описания этой системой уравнений всего комплекса физических явлений, происходящих при изменении влажностного режима ограждений.

Целью настоящей работы является анализ существующих методов расчета влажностного режима ограждений и процессов, происхо-

дящих при изменении этого режима, чтобы наметить путь к решению проблемы по созданию достоверного метода расчета.

Изменение тепловлажностного режима ограждающих конструкций – это комплекс одновременно протекающих и влияющих друг на друга процессов, то есть это передача теплоты от воздуха к материалу ограждающих конструкций через пограничный слой; передача теплоты в толще материала путем нестационарной теплопроводности; нагрев и испарение влаги.

Система уравнений (1) характеризует одномерную задачу нестационарной теплопроводности с одновременным перемещением влаги за счет процесса термодиффузии в ограждающей конструкции по координате x . Решением этой системы уравнений является функция температуры от координаты и времени и функция парциального давления от этих же параметров. При подстановке этих функций система уравнений (1) должна превратиться в тождество. Одновременно решение системы уравнений (1) должно удовлетворять уравнениям, описывающим граничные условия у поверхности ограждающих конструкций и начальным условиям. Получить такое решение, то есть решить систему уравнений, описывающих тепловлажностный режим ограждения, даже в случае одномерной задачи достаточно сложно. Но главной проблемой для решения задачи расчета изменения тепловлажностного режима ограждающей конструкции является достоверное определение критерия фазового превращения \mathcal{E} , коэффициента диффузии a_m , коэффициента паропроницаемости материала μ . Существующая методика [2] для определения коэффициента паропроницаемости предполагает испытание материала при установившемся стационарном тепловом и влажностном режиме. В частности, методика рекомендует определять коэффициент μ при температуре ограждения, неизменной по сечению ограждающей конструкции и равной $t = 20 \pm 2$ °C, и относительной влажности воздуха снаружи ограждения $\varphi = 54 \pm 2\%$. Парциальное давление водяных паров в этом случае с одной стороны ограждения должно быть $P_1 = 1650$ Па, а с другой – $P_2 = 1280$ Па. Степень влияния изменения температурного и влажностного режимов в ограждающей конструкции на коэффициент паропроницаемости изучена недостаточно и поэтому достоверность результатов, полученных при решении системы уравнений (1), надо трактовать с некоторым приближением. Неясность представляет также физическое трактование критерия фазового превращения \mathcal{E} и коэффициента диффузии a_m . Эти факторы влияют на достоверность результатов, получаемых с

помощью системы уравнений (1). На коэффициенте паропроницаемости, полученном для условий стационарного теплового и влажностного режима ограждения, основан наиболее распространенный метод инженерной оценки влажностного режима ограждающих конструкций при их эксплуатации [3]. В соответствии с этим методом строится линия изменения температур в ограждении. С этой целью, например, для первого слоя можно использовать формулу

$$t_{(x)} = t_1 + \frac{\Delta t}{\delta_1} x, \quad (4)$$

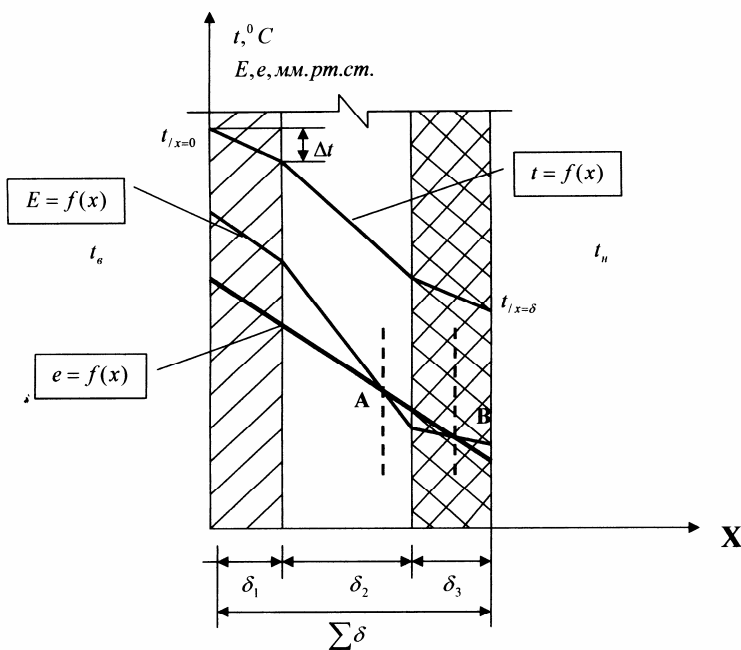
где $t_{(x)}$ – температура в любой точке слоя ограждающей конструкции, которая зависит от координаты x (рисунок); t_1 – температура на внутренней поверхности первого слоя; Δt – разность температур между температурами на внутренней и наружной поверхностях первого слоя, °C; δ_1 – толщина слоя; x – координата.

На основании полученных значений температур по сечению ограждающей конструкции с помощью таблицы [6] строят линию максимальной упругости воздуха в порах ограждения (рисунок). Далее предполагают, что парциальное давление по сечению ограждающей конструкции изменяется по прямой линии, проводят эту прямую и находят зону возможной конденсации. Эта зона находится между вертикальными плоскостями, проходящими через точки А и В. Указанные точки являются точками пересечения линии максимальной упругости водяных паров с линией изменения упругости водяных паров по сечению.

Некорректность этого инженерного метода расчета заключается в том, что он не учитывает изменение парциального давления по сечению конструкции в зависимости от коэффициента паропроницаемости отдельных слоев. Кроме этого, линейная зависимость изменения парциального давления водяных паров в порах ограждения предполагает стационарный процесс диффузии водяного пара от воздуха с более высоким парциальным давлением к воздуху с более низким давлением. Однако в случае конденсации или испарения водяного пара в ограждении линейная зависимость соблюдаться не будет. Это противоречие авторы метода не объясняют. Данным методом нельзя корректно определить количество влаги, которое будет конденсироваться в ограждении, так как уравнение (5), например, записанное для однородного ограждения и характеризующее изменение парциального давления в ограждении, не учитывает процесс конденсации влаги в ограждении

$$e(x) = e_{/x=0} + \frac{\Delta e}{\delta} x. \quad (5)$$

Здесь $e(x)$ – парциальное давление водяных паров в ограждении, которое зависит от координаты x , Па; $e_{/x=0}$ – парциальное давление на внутренней поверхности ограждения, Па; Δe – разность парциальных давлений водяных паров на внутренней и наружной поверхностях ограждения, Па; δ – толщина ограждения, м.



Изменение температуры и максимальной упругости водяных паров в ограждающей конструкции

Этот метод не позволяет оценить влажностный режим ограждения при его высыхании. Изложенный метод, по нашему мнению, предполагает, что основным потенциалом перемещения влаги в ограждении является разность парциальных давлений, и сама влага перемещается только в результате диффузии. Других факторов, которые вызывают перемещение влаги в ограждении, изложенный метод не учитывает. Это, на наш взгляд, является основным недостатком этого метода. Существует еще один фактор, оказывающий влияние на изме-

нение влажностного режима ограждения в процессе его эксплуатации. Этим фактором является *воздухопроницаемость ограждения*. Этот фактор не учитывает ни один из исследователей тепловлажностного режима ограждений. Воздух при прохождении сквозь ограждающую конструкцию участвует в процессе изменения влажностного режима ограждения. В зависимости от его температуры он может вызывать либо процесс конденсации влаги в конструкции, либо процесс испарения. Другими словами, он может либо вносить влагу в ограждение, либо удалять влагу из него. Можно предположить, что фактор воздухопроницаемости в процессе переноса влаги и изменения влагосодержания ограждения играет более существенную роль, чем диффузия. Это предположение основывается на том, что процесс воздухопроницаемости происходит несколько быстрее по времени, чем процесс диффузии.

Следует отметить, что тепломассообмен воздуха с материалом ограждения при прохождении влажного воздуха сквозь ограждающую конструкцию, описывается совсем иной системой уравнений, чем система уравнений (1). Для описания процесса тепломассообмена воздуха с материалом ограждения необходимо составить систему уравнений тепловлажностного баланса материала ограждения и воздуха. Эта система должна характеризовать нестационарный перенос тепла и влаги сквозь ограждающую конструкцию с помощью потока воздуха.

В настоящее время существует общепринятая точка зрения [1, 3- 5] о том, что изменение влажностного состояния ограждающих конструкций происходит за счет процессов диффузии или термодиффузии. Математические модели, которые описывают эти процессы, предполагают использование для расчетов коэффициентов паропроницаемости (влагопроводности) и влагоемкости материала. Эти коэффициенты определяют при постоянных температурных и влажностных условиях (стационарном режиме). В то же время процесс изменения влажностного режима ограждения является нестационарным процессом. Следовательно, корректность использования этих коэффициентов необходимо обосновать. В статье высказано предположение, что на изменение влажностного режима ограждений более существенное влияние, чем процессы диффузии и термодиффузии, оказывает воздухопроницаемость ограждения. Чтобы убедиться в этом предположении, необходимо разработать математическую модель изменения тепловлажностного режима материала ограждения и параметров воздуха при его прохождении сквозь ограждающую конструкцию, с помощью которой необходимо выполнить комплекс исследований в подтверждение или опровержение вышеизложенного предположения. На ос-

новании полученной математической модели можно создать достоверный метод расчета влажностного режима ограждений.

1. Лыков А.В. Сушка в химической промышленности. – М.: Химия, 1970. – 432 с.
2. ГОСТ 12852.5 – 77 Бетон ячеистый. Метод определения коэффициента паропроницаемости. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 4 с.
3. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания. – М.: Стройиздат, 1973. – 287с.
4. Ушков Ф.В. Теплопередача ограждающих конструкций при фильтрации воздуха. – М.: Стройиздат, 1969. – 144 с.
5. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики. – Минск: Изд-во АН БССР, 1961. – 520 с.
6. Гусев Н.М. Основы строительной физики / Под ред. Н.М.Гусева. – М.: Стройиздат, 1975. – 440 с.
7. Теория тепломассообмена. – М.: Высш. школа, 1979. – 496 с.

Получено 19.12.2005

УДК 541.64

Г.Ж.БАЙСАЛОВА, Г.К.БЕКТУРГАНОВА, кандидаты хим. наук,
Т.К.ДЖУМАДИЛОВ, А.Ш.ЧЕРДАБАЕВ, доктора хим. наук,
Е.А.БЕКТУРОВ

*Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г.Астана
(Республика Казахстан)*

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ НЕКОТОРЫХ ГЕТЕРОАТОМОСОДЕРЖАЩИХ МАКРОМОЛЕКУЛ

Обсуждаются экспериментальные результаты исследования структуры комплексов гетероатомосодержащих макромолекул с низкомолекулярными солями.

Достаточно частый случай, когда малая молекула упаковывается совместно с полимерными молекулами, образуя правильную кристаллическую структуру [1]. Образование таких комплексов возможно только при определенном стехиометрическом соотношении между звеньями полимера и малыми молекулами. Заметим, что возможна следующая ситуация: промежуточная фаза существует в каком-то концентрационном интервале, а стехиометрическое отношение – число звеньев на молекулу низкомолекулярного соединения остается неизменным. Такое положение может возникнуть, если при изменении состава будет меняться процент кристалличности.

В последние годы возрастает интерес к исследованию взаимодействий низкомолекулярных солей с полимерами, содержащих в основной и боковой цепях различные гетероатомы. Значительная часть этих исследований была направлена на изучение взаимодействия молекулярных комплексов полиэтиленгликоля. Комплексообразование между нейтральными молекулами и ионами металлов играет значительную